
Studi Komparasi Bangunan Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 (Studi Kasus: Bangunan Gedung 8 Lantai)

Pramesta Armanisag P.^{1*}, Agustinus Sungsang Nana P.², Hida Ulfa A.²

^{1,2} Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Indonesia

Alamat: Jl. Pawiyatan Luhur I, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50235

Korespondensi penulis: pramesta-armanisag@untagsmg.ac.id

Abstract. Indonesia is an archipelago that is flanked by oceanic plates and land plates that cause the two plates to often collide. This causes Indonesia to be an earthquake-prone area and has many volcanoes. Research related to earthquakes in Indonesia continues to develop. This has resulted in several points such as new earthquake hazard maps and the latest regulations related to earthquake-resistant building planning, resulting in the building planning process having to follow the latest applicable regulations. The purpose of this study is to analyze changes in SNI, structural dimension requirements, reinforcement requirements, and structural behavior and internal forces due to the application of SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019 in a building. The research method used was to conduct a literature study on the changes from SNI 1726:2012 to SNI 1726:2019 using the SNI 2847:2019 planning which will be used in the structural analysis. The results obtained from this study show that there are differences in the earthquake maps used in SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019, there are differences in parameters in SNI 1726:2012 and SNI 1726:2019 which result in an increase in the forces acting on the structure which affects the need for reinforcement. Structural planning is carried out by following SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019, for existing buildings that have been built based on SNI 1726:2012, it is necessary to carry out a re-examination or assessment to determine the condition of the existing building in relation to earthquake in Indonesia.

Keywords: Structural planning, earthquake, structural behavior

Abstrak. Indonesia merupakan negara kepulauan yang diapit oleh lempeng samudera dan lempeng darat yang menyebabkan kedua lempeng tersebut seringkali bertumbukan. Hal tersebut menyebabkan Indonesia menjadi wilayah rawan gempa serta banyak adanya gunung api. Penelitian terkait kegempaan di Indonesia terus berkembang. Hal tersebut menghasilkan beberapa point seperti peta bahaya gempa yang baru dan peraturan terbaru terkait perencanaan bangunan tahan gempa, sehingga mengakibatkan proses perencanaan bangunan gedung harus mengikuti peraturan terbaru yang berlaku. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan SNI, kebutuhan dimensi struktur, penulangan, serta perilaku struktur dan gaya dalam akibat penerapan SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 pada suatu bangunan. Metode penelitian yang digunakan yaitu melakukan studi literatur perubahan SNI 1726:2012 menjadi SNI 1726:2019 dengan menggunakan perencanaan SNI 2847:2019 yang akan digunakan dalam analisis struktur. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah menunjukkan adanya perbedaan peta gempa yang digunakan pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, adanya perbedaan parameter dalam SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 yang mengakibatkan peningkatan gaya yang bekerja pada struktur yang mempengaruhi kebutuhan penulangan. Perencanaan struktur dilakukan dengan mengikuti SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019, untuk bangunan eksisting yang telah dibangun berdasarkan SNI 1726:2012 maka perlu dilakukan pengkajian kembali atau assessment untuk mengetahui kondisi bangunan eksisting terhadap perkembangan kegempaan di Indonesia.

Kata kunci: Perencanaan struktur, gempa, perilaku struktur

1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang bertumbuh sangat pesat dalam bidang pembangunan konstruksi. Majunya pembangunan di Indonesia tidak luput dari hambatan-hambatan tiap tahunnya. Salah satu faktor alam yang tidak pernah terlepas dari hambatan pembangunan Indonesia adalah letak geografis Indonesia. Indonesia diapit oleh tiga lempeng yaitu lempeng

Eurasia, lempeng Indo-Australia dan lempeng Pasifik yang bergerak aktif sehingga Indonesia merupakan negara yang paling sering digoncang gempa bumi tiap tahunnya.

Standar atau peraturan yang pernah digunakan dalam konstruksi gedung di Indonesia adalah Standar Nasional Indonesia mengenai gempa yaitu SNI 03-1726-2012. SNI 03-1726-2012 digunakan sebagai acuan dalam mendesain struktur gedung sejak tahun 2013 sampai akhir 2019. Setelah itu dilakukan revisi terhadap SNI tersebut sehingga dikeluarkan SNI 03-1726-2019. Kemudian untuk peraturan beton yang digunakan adalah SNI 03-2847-2019. Berdasarkan perubahan tersebut, maka pembangunan gedung juga mengikuti terhadap peraturan baru yang ditetapkan. Artikel ini membandingkan mengenai bangunan yang didesain menggunakan peraturan lama dengan peraturan baru. Peraturan lama yang akan digunakan adalah SNI 03-1726-2012, sedangkan peraturan baru yang akan digunakan adalah SNI 03-1726-2019. Peraturan tersebut akan diterapkan pada pendesainan sebuah gedung kantor 8 lantai, yang berlokasi di Semarang.

2. KAJIAN TEORITIS

(Azam, 2021) meneliti tentang Perkembangan dan pembaruan SNI 1726 tentang ketahanan gempa untuk bangunan gedung di Indonesia (SNI 03-1726-2002, SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019) masih lambat jika dibandingkan ASCE 7. Hasil penelitian menampilkan perbandingan beban luar, gaya dalam, dan perilaku struktur. Spektrum respons desain yang paling signifikan adalah model 2019, diikuti 2012 dan 2002. Gaya dasar yang paling signifikan adalah model 2002, diikuti 2019 dan 2012. Hal tersebut dipengaruhi oleh periode ulang dan pemutakhiran peta gempa yang berbeda. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan SNI 1726:2019 lebih ketat dalam perencanaan beban gempa.

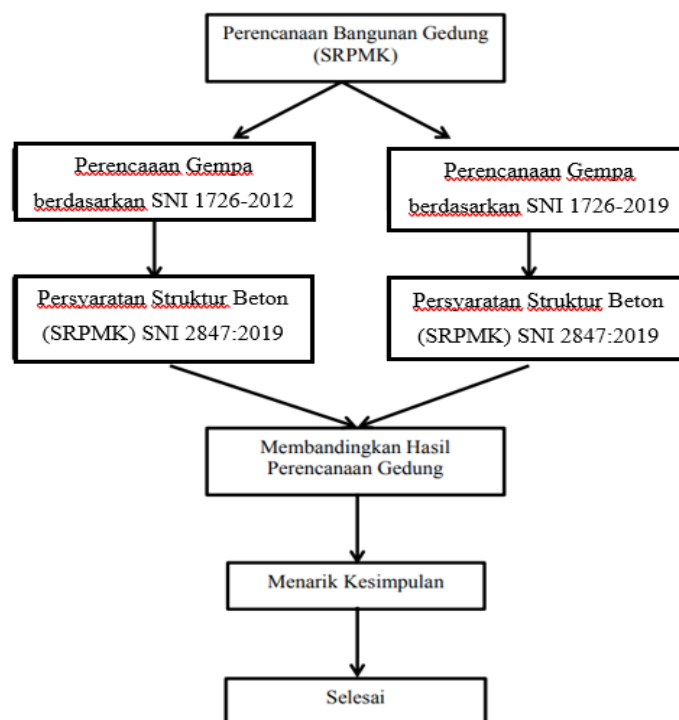
Menurut (Aditya, 2021), secara geografis Pulau Jawa berada di lokasi rawan gempa yang memiliki resiko terjadinya gempa cukup tinggi sehingga dapat mengakibatkan kerusakan dan keruntuhan bangunan. Penelitian dikhususkan di wilayah Jawa Tengah meliputi kota Kebumen, Purworejo, Banjarnegara, Cilacap, Banyumas, Magelang, Temanggung, Wonosobo, Semarang dan Demak. Penelitian untuk perubahan SNI 1726:2012 menjadi SNI 1726:2019 bertujuan, mengetahui perubahan dari nilai gaya dasar statik ekuivalen. Hasil analisis sebagian besar kota-kota mengalami peningkatan nilai gaya geser statik ekuivalen, dengan adanya perubahan SNI 1726:2012 ke 1726:2019, akan tetapi juga ada yang mengalami penurunan nilai gaya geser statik ekuivalen.

Menurut (Pratama, 2022) Negara kepulauan Indonesia merupakan wilayah yang diapit oleh lempeng samudera dan lempeng darat yang menyebabkan kedua lempeng bumi tersebut

seringkali bertumbukan. Tumbukan tersebut selain menyebabkan negara Indonesia menjadi wilayah yang rawan gempa namun juga menyebabkan banyak adanya gunung api. penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis perubahan SNI yang akan diterapkan, menganalisis kebutuhan dimensi struktur, menganalisis kebutuhan penulangan struktur, serta menganalisis kekuatan struktur yang diperlukan akibat penerapan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 pada suatu bangunan. Metode penelitian yang digunakan yaitu melakukan studi literatur perubahan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013 menjadi SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 yang akan digunakan dalam analisis struktur. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut yaitu menunjukkan bahwa adanya beberapa perbedaan peta gempa yang digunakan pada SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019, adanya perbedaan parameter – parameter dalam SNI 1726:2012 dan SNI 1726:2019 yang menyebabkan adanya peningkatan gaya yang bekerja pada struktur yang kemudian mempengaruhi kebutuhan penulangan pada struktur.

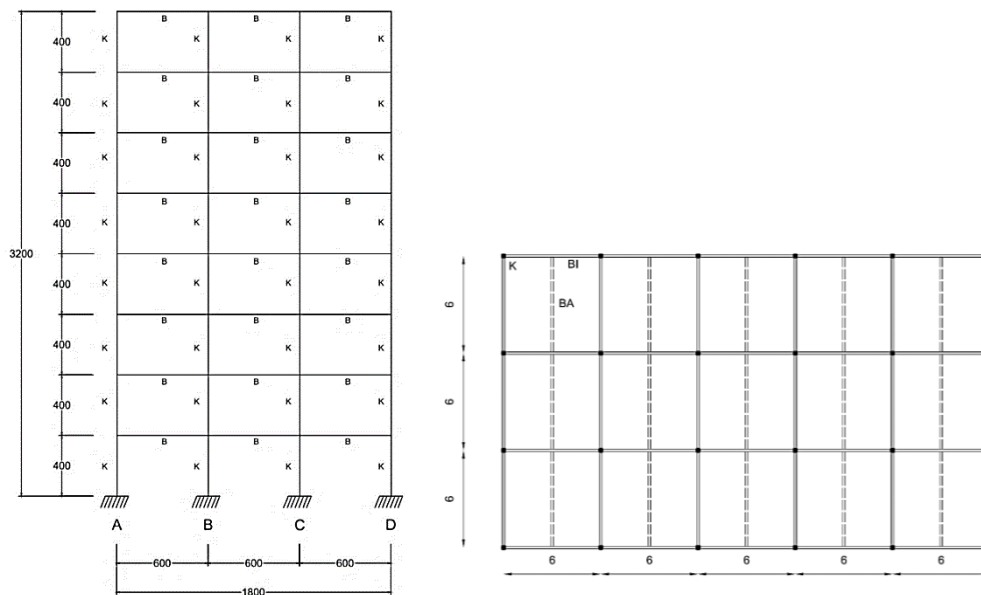
3. METODE PENELITIAN

Artikel ini akan menganalisis dan membandingkan mengenai bangunan yang didesain menggunakan peraturan lama dengan peraturan baru. Peraturan lama yang akan digunakan adalah SNI 03-1726-2012, sedangkan peraturan baru yang akan digunakan adalah SNI 03-1726-2019. Peraturan tersebut akan diterapkan pada pendesainan sebuah gedung kantor 8 lantai, yang berlokasi di Semarang. Alur penelitian digambarkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1 – Diagram alir penelitian

Struktur yang dianalisis adalah gedung bertingkat 8 lantai dengan material beton bertulang. Mutu beton yang digunakan adalah K-300 atau $f_c' = 25$ Mpa. Mutu baja tulangan yang digunakan adalah $f_y = 400$ Mpa dan $f_u = 620$ Mpa. Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah mengacu pada SNI 1726-2012 dan dibandingkan dengan kombinasi pembebanan pada SNI 1726-2019. Sistem struktur yang digunakan adalah SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus). Parameter yang dibandingkan antara hasil analisis menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 adalah perilaku struktur, gaya geser, simpangan antar lantai, gaya-gaya dalam, dan kebutuhan tulangan. Pemodelan dan analisis struktur menggunakan *software* bantu Etabs. Denah dan model dari struktur yang akan dianalisis adalah sebagai berikut:



Gambar 2 Model dan denah struktur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data beban berdasarkan SNI 1727-2020, adalah sebagai berikut:

- **Beban Lantai 1 – 7**

DL pada Plat Lantai = $1,49 \text{ kN/m}^2$

LL (beban fungsi) = $2,5 \text{ kN/m}^2$

- **Beban Lantai 8 (Lantai Atap)**

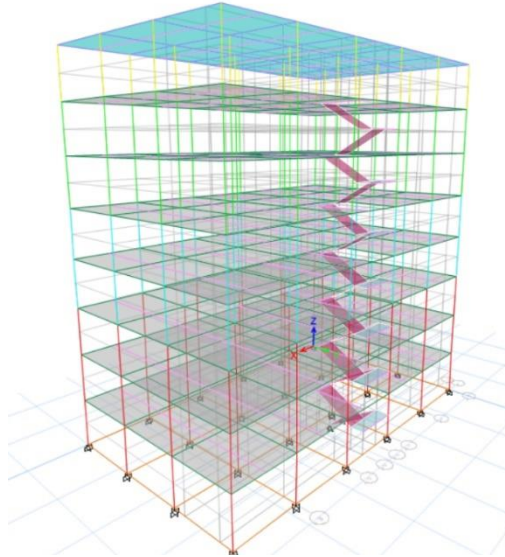
DL pada Plat Lantai = $0,73 \text{ kN/m}^2$

LL (beban fungsi) = 1 kN/m^2

Estimasi Dimensi

Estimasi dimensi atau *preliminary design* dibuat dengan mengacu pada SNI 2847-2019, dengan hasil sebagai berikut:

Balok	= 300x600 mm
Balok anak	= 200x300 mm
Plat lantai	= 125 mm
Plat atap	= 100 mm
Kolom Lantai 1 – 3	= 700x700 mm
Kolom Lantai 4 – 5	= 600x600 mm
Kolom Lantai 6 – 7	= 500x500 mm
Kolom Lantai 8	= 400x400 mm



Gambar 3 Pemodelan struktur

Analisis Struktur berdasarkan SNI 1726-2012

Kota Semarang mempunyai kondisi Tanah Sedang (kelas situs SD). Parameter nilai kegempaan pada Kota Semarang berdasarkan *website* rsa.ciptakrya.pu.go.id, diperoleh:

S_s	= 1.010 g	S_{MS}	= 1.107 g
S_1	= 0.338 g	S_{M1}	= 0.583 g
F_a	= 1.096	S_{DS}	= 0.738 g
F_v	= 1.724	S_{D1}	= 0.389 g

Struktur yang direncanakan adalah sebuah gedung Perkantoran, sehingga berdasarkan Tabel 1 SNI 1726 tahun 2012 yaitu Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa, dan Tabel 2 yaitu Faktor Keutamaan Gempa, struktur tersebut masuk dalam kategori risiko II dengan nilai faktor keutamaan gempa (I_e) sebesar 1. Struktur beton bertulang dan sistem penahan-gaya seismik yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen khusus. Untuk rangka beton bertulang pemikul momen khusus (SRPMK)(arah ortogonal sama) digunakan data-data koefisien yang diambil dari Tabel 9 pada SNI 1726 tahun 2012 sebagai berikut:

$$R_X = R_Y = 8,0.$$

$$\Omega_0 = 3$$

$$C_D = 5,5$$

- **Batasan Periode Fundamental Struktur (T)**

Parameter perhitungan periode antara lain h_n adalah ketinggian struktur, dalam (m), ketinggian struktur 32 m dan koefisien $C_t = 0,0466$ dengan $x = 0,9$ (Tabel 15 SNI 1726-2012). Dari hasil data dan rumus mengacu pada SNI 1726-2012 didapat nilai $T_{maks} = 1,476$ detik.

- **Gaya Gempa Arah X dan Y**

Berikut merupakan hasil gaya gempa rencana arah X dan Y berdasarkan SNI 1726-2012:

Tabel 1 Hasil gaya gempa rencana

Gaya Gempa Rencana Arah X				Gaya Gempa Rencana Arah Y			
I	=	1		I	=	1	
R	=	8		R	=	8	
W	=	3		W	=	3	
Cd	=	5.5		Cd	=	5.5	
Ct	=	0.0466		Ct	=	0.0466	
Cu	=	1.4		Cu	=	1.4	
x	=	0.9		x	=	0.9	
Hi	=			Hi	=		
Tax	=	1.0544	detik	Tay	=	1.0544	detik
Tx comp	=	1.844	detik	Ty comp	=	1.9	detik
Tmax x	=	1.476	detik	Tmax y	=	1.476	detik
Tdesign x	=	1.476	detik	Tdesign y	=	1.476	detik
Sds	=	0.738		Sds	=	0.738	
Sd1	=	0.389		Sd1	=	0.389	
Cs	=	0.092		Cs	=	0.092	
Csmax	=	0.0329		Csmax	=	0.0329	
Csmin1	=	0.0324		Csmin1	=	0.0324	
Csmin2	=	0.01		Csmin2	=	0.01	
Csmin terpakai	=	0.0324		Csmin terpakai	=	0.0324	
Cs design x	=	0.0329		Cs design y	=	0.0329	
k	=	1.488		k	=	1.488	
k min	=	1		k min	=	1	
k max	=	2		k max	=	2	
k terpakai	=	1.488		k terpakai	=	1.488	

- **Partisipasi Massa**

Perilaku Bangunan dapat dilihat dari modal participating mass ratios (MPMR) hasil analisis struktur program Etabs. Berikut hasil nilai analisis MPMR:

Tabel 2 Tabel partisipasi massa

Modal Participating Mass Ratios				
Mode	Period	UX	UY	RZ
	sec			
1	1.881	0.0447	0.7094	0.0004
2	1.826	0.7036	0.0453	0.0077
3	1.599	0.0082	0.00001092	0.7426

Modal Participating Mass Ratios				
Mode	Period	UX	UY	RZ
	sec			
4	0.635	0.0076	0.1026	0.00002869
5	0.619	0.1008	0.0074	0.001
6	0.55	0.0008	0.00001129	0.1123
7	0.361	0.002	0.0438	0.000001212
8	0.354	0.0429	0.0019	0.0001
9	0.313	0.00003869	0.000006399	0.0465
10	0.242	0.0015	0.028	5.148E-07
11	0.239	0.0276	0.0015	0.00002183
12	0.211	0.00003422	0.000002121	0.0293

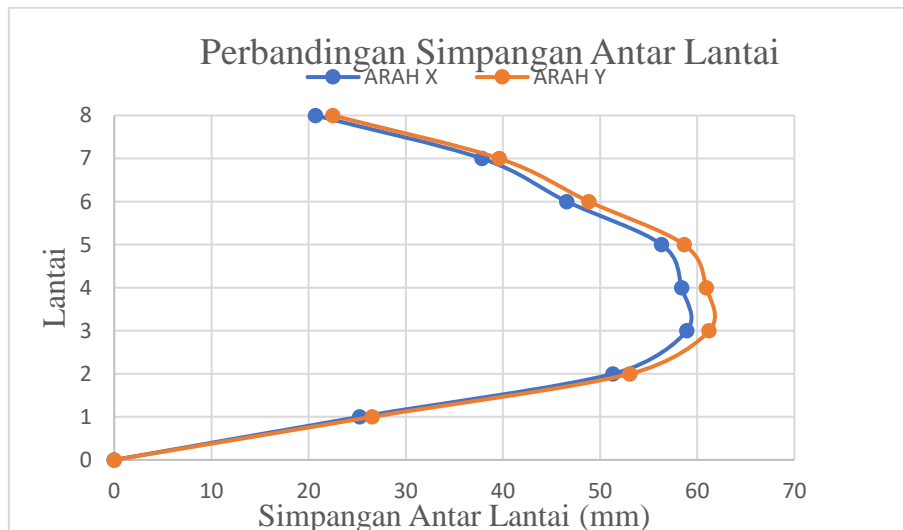
Tabel rasio diatas menunjukkan nilai periode yang terjadi pada struktur bangunan, maka nilai yang diambil adalah nilai periode terbesar yaitu 1,881 detik pada arah Y dan 1,826 detik pada arah X, serta 1,599 detik pada arah Z.

- **Gaya Gempa Struktur**

Gaya geser yang terjadi pada antar lantai menunjukkan besar beban yang dibagi pada setiap lantai untuk masing-masing arah gempa. Perilaku gaya geser struktur ini ditinjau dari arah X dan Y dimana nilai gaya geser total pada arah X adalah sebesar 6801,6315 kN dan pada arah Y adalah sebesar 6801,6315 kN.

- **Simpangan antar lantai**

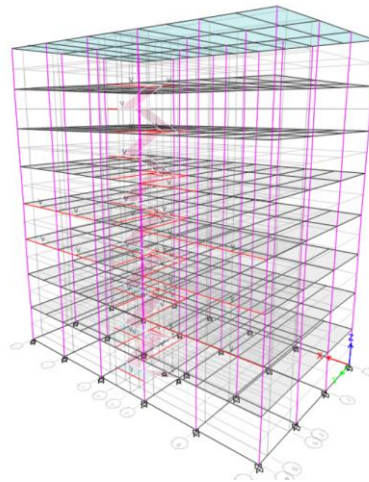
Berikut merupakan perbandingan simpangan antar lantai pada arah X dan Y:



Gambar 4 Perbandingan simpangan antar lantai arah X dan Y

- **Cek Keamanan Struktur**

Cek keamanan struktur dengan mengacu pada SNI 1726-2012 ditinjau dari hasil analisis dengan bantuan program Etabs v.18 adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Cek keamanan struktur berdasarkan SNI 1726-2012

Dari hasil cek keamanan struktur didapat hasil bahwa terdapat balok yang tidak aman yaitu pada balok anak penumpu bagian tangga, dan beberapa balok induk lantai 2, lantai 3, lantai 4, dan lantai 5.

- **Gaya-gaya Dalam Balok dan Kolom**

Gaya dalam pada elemen balok dan kolom dipilih pada balok lantai 4 dan kolom lantai 5 untuk melihat perbandingan gaya-gaya dalam elemen balok dan kolom antar model, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Gaya Dalam Tinjauan SNI 1726-2012

Gaya Dalam	Momen		Geser		Axial	
	Min (kNm)	Max (kNm)	Min (kN)	Max (kN)	Min (kN)	Max (kN)
Balok Lt 4	-159.1288	84.1981	-85.3944	93.3119	-7.8675	10.0867
Kolom Lt 5	-92.1518	96.4578	-11.2699	55.4734	-663.8821	-151.8339

- **Perencanaan Penulangan Balok**

Hasil dari perencanaan penulangan balok dari analisis struktur menggunakan acuan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2012 adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Rekapitulasi penulangan balok

Kesimpulan Penulangan Balok Model SNI 1726-2012	
Tulangan Utama	
Tumpuan Atas	4D22
Tumpuan Bawah	3D22
Tumpuan Tengah	2D13
Lapangan Atas	2D22

Lapangan Bawah	3D22
Lapangan Tengah	2D13
Tulangan Sengkang	
Sengkang Tumpuan	2D10-100
Sengkang Lapangan	2D10-150

- **Perencanaan Penulangan Kolom**

Hasil dari perencanaan penulangan kolom dari analisis struktur menggunakan acuan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2012 adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Rekapitulasi penulangan kolom

Kesimpulan Penulangan Kolom Model SNI 1726-2012	
Tulangan Utama	10D22
Sengkang Tumpuan	5D10-100
Sengkang Lapangan	3D-150

Analisis Struktur berdasarkan SNI 1726-2019

Parameter nilai kegempaan pada Kota Semarang berdasarkan *website* rsa.ciptakarya.pu.go.id, diperoleh:

$$\begin{aligned}
 S_s &= 0,8546 \text{ g} \\
 S_1 &= 0,3718 \text{ g} \\
 F_a &= 1,15616 \text{ (interpolasi)} \\
 F_v &= 1,9282 \text{ (interpolasi)} \\
 S_{DS} &= 0,66 \text{ g} \\
 S_{D1} &= 0,48 \text{ g} \\
 SMS &= F_a S_s = 1,15616 \times 0,8546 \text{ g} = 0,988 \text{ g} \\
 SM1 &= F_v S_1 = 1,9282 \times 0,3718 \text{ g} = 0,7169 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Struktur yang direncanakan adalah sebuah gedung Perkantoran, sehingga berdasarkan Tabel 3 SNI 1726 tahun 2019 yaitu Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa, dan Tabel 4 yaitu Faktor Keutamaan Gempa, struktur tersebut masuk dalam kategori risiko II dengan nilai faktor keutamaan gempa (I_e) sebesar 1. Struktur beton bertulang dan sistem penahan-gaya seismik yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen khusus. Untuk rangka beton bertulang pemikul momen khusus (SRPMK)(arah ortogonal sama) digunakan data-data koefisien yang diambil dari Tabel 12 pada SNI 1726 tahun 2019 sebagai berikut:

$$R_X = R_Y = 8,0 ; \Omega_0 = 3 ; C_D = 5,5$$

- **Batasan Periode Fundamental Struktur (T)**

Parameter perhitungan periode antara lain h_n adalah ketinggian struktur, dalam (m), ketinggian struktur 32 m dan koefisien $C_t = 0,0466$ dengan $x = 0,9$ (Tabel 18 SNI 1726-2019). Dari hasil data dan rumus mengacu pada SNI 1726-2019 didapat nilai $T_{maks} = 1,476$ detik.

• **Gaya Gempa Arah X dan Y**

Berikut merupakan hasil gaya gempa rencana arah X dan Y berdasarkan SNI 1726-2012:

Tabel 6 Hasil gaya gempa rencana

Gaya Gempa Rencana Arah X				Gaya Gempa Rencana Arah Y			
I	=	1		I	=	1	
R	=	8		R	=	8	
W	=	3		W	=	3	
Cd	=	5.5		Cd	=	5.5	
Ct	=	0.0466		Ct	=	0.0466	
Cu	=	1.4		Cu	=	1.4	
x	=	0.9		x	=	0.9	
Hi	=			Hi	=		
Tax	=	1.0544	detik	Tay	=	1.0544	detik
Tx comp	=	1.844	detik	Ty comp	=	1.9	detik
Tmax x	=	1.476	detik	Tmax y	=	1.476	detik
Tdesign x	=	1.476	detik	Tdesign y	=	1.476	detik
Sds	=	0.66		Sds	=	0.66	
Sd1	=	0.48		Sd1	=	0.48	
Cs	=	0.082		Cs	=	0.082	
Csmax	=	0.0406		Csmax	=	0.0406	
Csmin1	=	0.02904		Csmin1	=	0.02904	
Csmin2	=	0.01		Csmin2	=	0.01	
Csmin terpakai	=	0.02904		Csmin terpakai	=	0.02904	
Cs design x	=	0.0406		Cs design y	=	0.0406	
k	=	1.488		k	=	1.488	
k min	=	1		k min	=	1	
k max	=	2		k max	=	2	
k terpakai	=	1.488		k terpakai	=	1.488	

• **Partisipasi Massa**

Perilaku Bangunan dapat dilihat dari modal participating mass ratios (MPMR) hasil analisis struktur program Etabs. Berikut hasil nilai analisis MPMR:

Tabel 7 Tabel partisipasi massa

Modal Participating Mass Ratios				
Mode	Period (sec)	UX	UY	RZ
1	1.888	0.0443	0.71	0.0004
2	1.832	0.7061	0.0449	0.0058
3	1.601	0.0063	0	0.7446
4	0.637	0.0075	0.1027	0.00002712
5	0.621	0.1011	0.0074	0.0008
6	0.55	0.0006	0.000006036	0.1125
7	0.362	0.002	0.0437	0.000001131
8	0.355	0.0429	0.0019	0.00004318
9	0.313	0.0000176	0.000004179	0.0465
10	0.243	0.0015	0.028	0
11	0.24	0.0276	0.0015	0.000006638
12	0.212	0.00001305	6.672E-07	0.0293

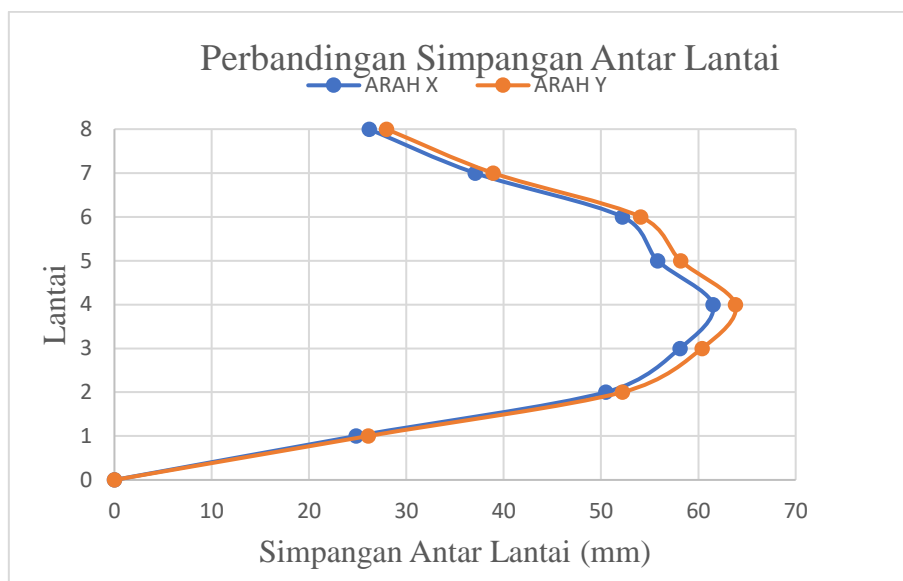
Tabel rasio diatas menunjukkan nilai periode yang terjadi pada struktur bangunan, maka nilai yang diambil adalah nilai periode terbesar yaitu 1,888 detik pada arah Y dan 1,832 detik pada arah X, serta 1,601 detik pada arah Z.

- **Gaya Gempa Struktur**

Gaya geser yang terjadi pada antar lantai menunjukkan besar beban yang dibagi pada setiap lantai untuk masing-masing arah gempa. Perilaku gaya geser struktur ini ditinjau dari arah X dan Y dimana nilai gaya geser total pada arah X adalah sebesar 8738,933 kN dan pada arah Y adalah sebesar 8738,933 kN.

- **Simpangan antar lantai**

Berikut merupakan perbandingan simpangan antar lantai pada arah X dan Y:



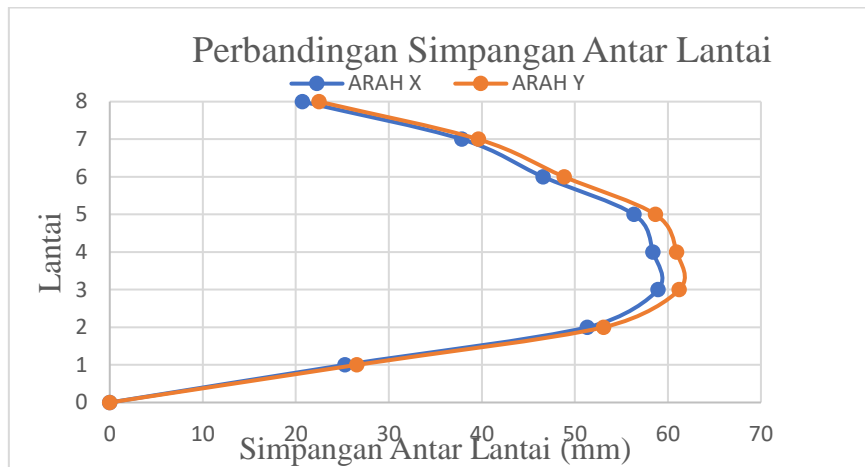
Gambar 6 Simpangan antar lantai arah X dan Y

Simpangan ijin berdasarkan SNI 1726-2019 adalah sebesar 61,54 mm. Pada arah Y simpangan di lantai 4 adalah sebesar 63,8077 mm sehingga nilai simpangan tersebut melewati batas simpangan ijin. Dari hasil tersebut maka dilakukan pembesaran dimensi kolom, sebagai berikut:

Tabel 8 Perbesaran kolom

Lantai	Dimensi Kolom (b/h)
Lantai 8	500/500
Lantai 7	500/500
Lantai 6	600/600
Lantai 5	600/600
Lantai 4	700/700
Lantai 3	700/700
Lantai 2	700/700
Lantai 1	700/700

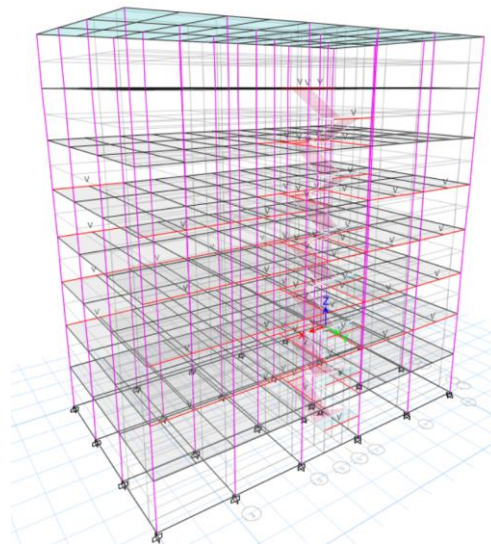
Hasil simpangan antar lantai akibat perbesaran dimensi kolom pada struktur adalah sebagai berikut:



Gambar 7 Simpangan antar lantai arah X dan Y akibat perbesaran dimensi kolom

- **Cek Keamanan Struktur**

Cek keamanan struktur dengan mengacu pada SNI 1726-2019 ditinjau dari hasil analisis dengan bantuan program Etabs v.18 adalah sebagai berikut:



Gambar 8 Cek keamanan struktur berdasarkan SNI 1726-2019

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa struktur bangunan terdapat balok yang tidak aman yaitu pada balok anak penumpu bagian tangga, dan beberapa balok induk lantai 2, lantai 3, lantai 4, dan lantai 5.

- **Gaya-gaya Dalam Balok dan Kolom**

Gaya dalam pada elemen balok dan kolom dipilih pada balok lantai 4 dan kolom lantai 5 untuk melihat perbandingan gaya-gaya dalam elemen balok dan kolom antar model. Hasil nilai analisis struktur untuk gaya dalam yang terjadi pada bangunan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil Gaya Dalam Tinjauan SNI 1726-2012

Gaya Dalam	Momen		Geser		Axial	
	Min (kNm)	Max (kNm)	Min (kN)	Max (kN)	Min (kN)	Max (kN)
Balok lt 4	-183,2935	108,0316	-94,3915	101,9369	-8,4524	11,6087
Kolom lt 5	-103,3400	105,6734	-17,0123	61,4745	-85,5620	130,1827

- **Perencanaan Penulangan Balok**

Hasil dari perencanaan penulangan balok dari analisis struktur menggunakan acuan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Rekapitulasi penulangan balok

Kesimpulan Penulangan Balok Model SNI 1726-2019	
Tulangan Utama	
Tumpuan Atas	5D22
Tumpuan Bawah	3D22
Tumpuan Tengah	2D13
Lapangan Atas	2D22
Lapangan Bawah	3D22
Lapangan Tengah	2D13
Tulangan Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D10-100
Sengkang Lapangan	3D10-150

- **Perencanaan Penulangan Kolom**

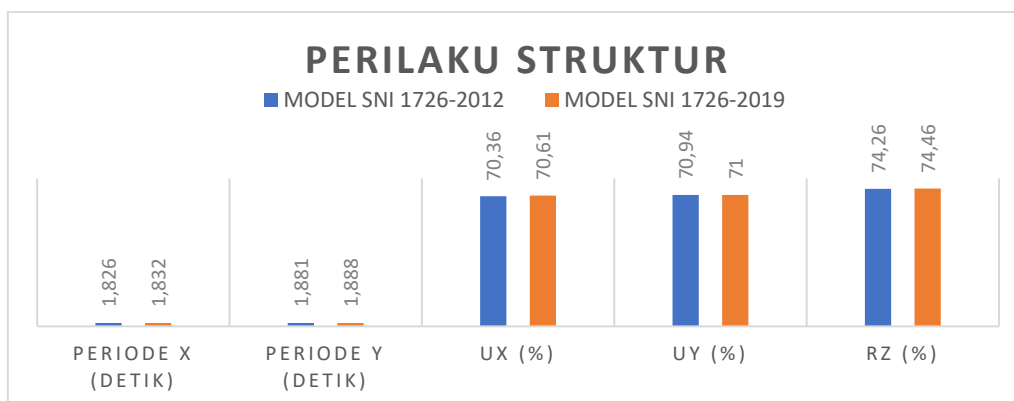
Hasil dari perencanaan penulangan kolom dari analisis struktur menggunakan acuan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 adalah sebagai berikut:

Tabel 11 Rekapitulasi penulangan kolom

Kesimpulan Penulangan Kolom Model SNI 1726-2019	
Tulangan Utama	10D22
Sengkang Tumpuan	5D10-100
Sengkang Lapangan	3D-150

a. **Perbandingan hasil analisis menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019**

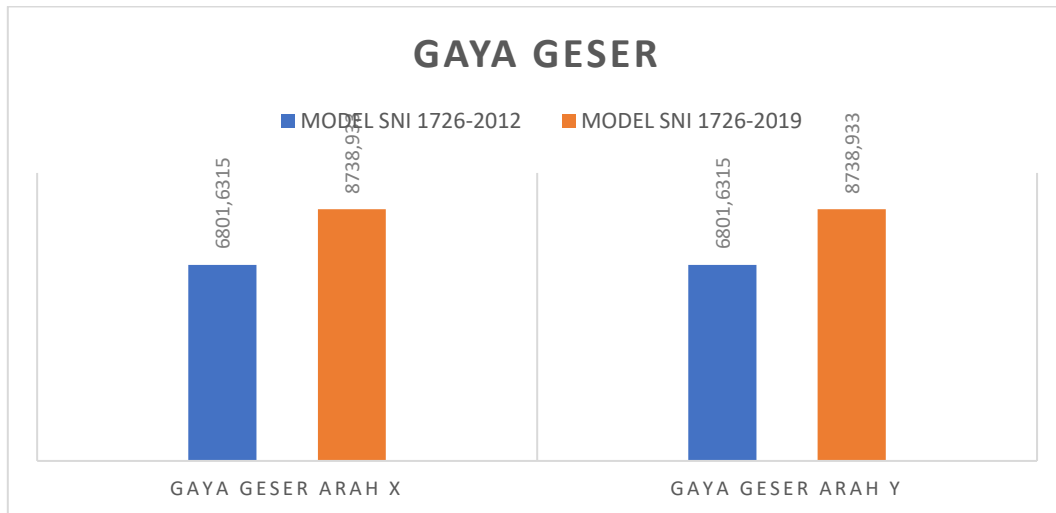
- **Perbandingan Perilaku Struktur**



Gambar 9 Grafik perbandingan perilaku struktur

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai periode dan partisipasi massa pada model stuktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2019 lebih besar dari model struktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2012. Nilai kenaikan periode arah X adalah sebesar 0,328% dan arah Y adalah sebesar 0,372%.

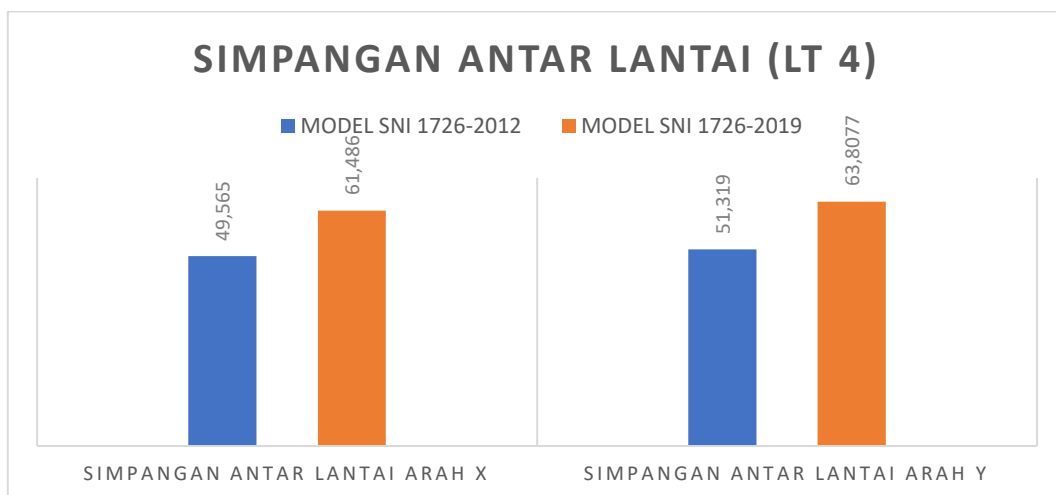
- **Perbandingan Gaya Gempa Dasar Struktur**



Gambar 10 Grafik perbandingan gaya gempa dasar

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai gaya gempa dasar arah X dan Y pada model stuktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2019 lebih besar dari model struktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2012. Nilai kenaikan gaya gempa dasar sebesar 28,48%

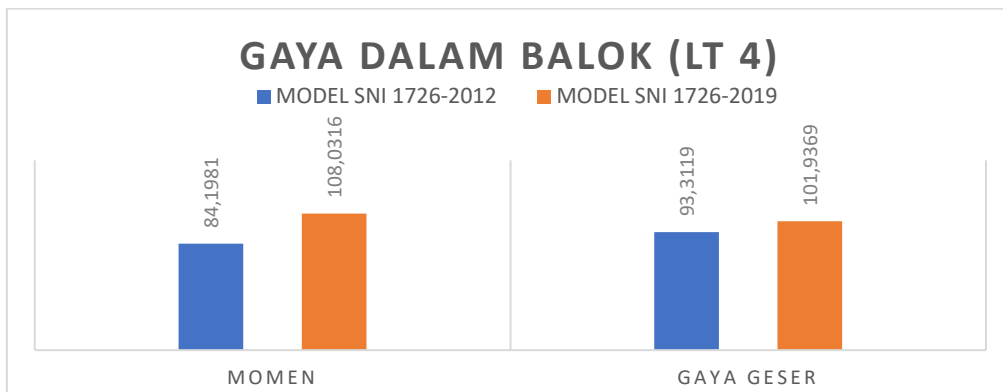
- **Perbandingan Simpangan Antar Lantai**



Gambar 11 Grafik perbandingan simpangan antar lantai

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai simpangan pada model stuktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2019 lebih besar dari model struktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2012. Nilai kenaikan simpangan arah X sebesar 24,05% dan arah Y sebesar 24,33%.

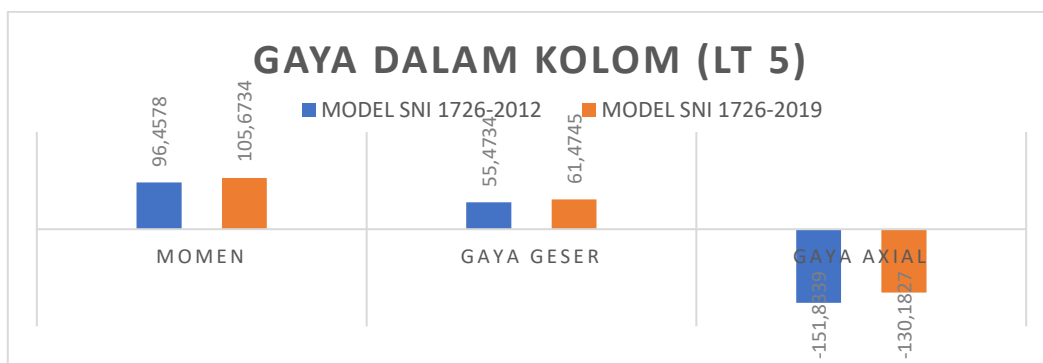
- **Perbandingan Gaya-gaya Dalam Balok Maksimum**



Gambar 12 Grafik perbandingan gaya dalam balok lantai 4

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai gaya-gaya dalam balok pada model stuktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2019 lebih besar dari model struktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2012. Nilai kenaikan momen adalah sebesar 28,35% dan nilai kenaikan gaya geser sebesar 9,24%.

- **Perbandingan Gaya-gaya Dalam Kolom Maksimum**



Gambar 13 Grafik perbandingan gaya dalam kolom lantai 5

Dari grafik diatas dapat dilihat nilai gaya-gaya dalam kolom pada model stuktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2019 dan model struktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2012. Nilai kenaikan momen adalah sebesar 9,55%, kenaikan gaya geser sebesar 10,81%, dan penurunan aksial sebesar 14,25%.

- **Perbandingan Kebutuhan Tulangan**

Hasil analisis menggunakan acuan SNI 1726-2012 dan 1726-2019 menyebabkan adanya perbedaan jumlah tulangan yang dibutuhkan pada elemen struktur. Kebutuhan tulangan elemen struktur balok pada analisis dengan acuan SNI 1726-2019 lebih besar daripada analisis dengan acuan SNI 1726-1012 dengan kenaikan sebesar 17,47%. Pada elemen kolom tidak terjadi presentase kenaikan karena luas tulangan yang dibutuhkan antara model SNI 1726-2012 dengan SNI 1726-2019 adalah sama yaitu 3600 mm².

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapat dari perbandingan analisis struktur yang menggunakan acuan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 adalah nilai simpangan, gaya gempa dasar, partisipasi massa, gaya-gaya dalam dan kebutuhan penulangan lebih besar terjadi pada struktur yang dianalisis menggunakan SNI 1726-2019. Dengan adanya perubahan SNI 1726-2019 maka perlu ditinjau kembali bangunan-bangunan yang telah dimodelkan menggunakan SNI 1726-2012 karena SNI 1726-2019 lebih ketat dalam perencanaan beban gempa. Analisis perbandingan menggunakan SNI 1726-2012 dan SNI 1726-2019 dapat dikembangkan lebih lanjut dengan membandingkan struktur rangka pemikul momen menengah, struktur rangka pemikul momen biasa, dan bangunan yang tidak simetris.

DAFTAR REFERENSI

- Aditya, B. D. (2021). Pengaruh perubahan SNI 1726:2012 menjadi SNI 1726:2019 untuk nilai gaya geser statik ekuivalen (Studi kasus gedung kampus di Provinsi Jawa Tengah). *RENOVASI: Rekayasa dan Inovasi Teknik Sipil*.
- Azam, P. D. (2021). Perbandingan perancangan gedung tahan gempa menggunakan SNI 1726 tahun 2002, 2012, dan 2019. *Ejournal UNESA*.
- Baehaki, D. (2019). Perbandingan respons struktur akibat beban gempa dan pengaruh angin pada gedung bertingkat tinggi. *Jurnal Fondasi*, 8(1).
- Fauzan, S. A. (2018). Evaluasi ketahanan gempa pada struktur gedung X di Jakarta berdasarkan SNI 03-1726-2012. *J-SIL Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1).
- Hariyanto, D. A. (2024). Perancangan struktur tahan gempa (seismik) gedung ESDM. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 10(1).
- Imani, R. D. (2021). Analisa beban lateral akibat gempa dengan metode statik ekuivalen. *Rang Teknik Journal*, 4(1).
- Istiono, H. D. (2020). Analisis perhitungan struktur bangunan tahan gempa dengan kolom renang berdasarkan SNI 1726:2019. *Jurnal Teknik Sipil ITATS*, 1(2), 145-150.
- Nurasih, S. M. (2022). Analisis dan evaluasi struktur gedung auditorium FEM IPB berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. *J-SIL Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(3).
- Pemukiman, P. P. (2021, Juni 13). Desain spektra Indonesia. Retrieved from <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id>
- Pratama, A. I. (2022). Analisis struktur berdasarkan penerapan SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019 pada bangunan Female Apartment Universitas Islam Internasional Indonesia. *Jurnal Artesis*.

Rifandi, I. D. (2020). Analisis beban gempa dengan metode statik ekuivalen berdasarkan SNI 1726-2019 pada gedung IPAL. *Jurnal Konstruksi*, 18(2), 72-82.

SNI 03-2847-2019, B. S. (2019). Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Jakarta.

SNI 1726-2012. (2012). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 1726-2019. (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

SNI 1727-2020. (2020). Beban minimum untuk perencanaan gedung dan struktur lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Tuwanakota, E. D. (2021). Analisis kekuatan struktur berdasarkan respon spektrum terhadap gaya gempa yang akan datang di Kota Sorong. *Jurnal Karkasa*, 7(2).